

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСЧЕТОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ COSMO

Партасенок И.С., Мельник В.И.

ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии,
контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу
окружающей среды Республики Беларусь», Минск
E-mail: irina-danilovich@yandex.ru

Результаты исследований климата являются все более актуальными и востребованными в различных отраслях экономики. Применение результатов компьютерного моделирования климатических параметров является эффективным методом современных исследований [2]. Такие данные отражают пространственное распределение климатических характеристик и позволяют рассчитывать статистические параметры для конкретных регионов (административных районов, речных бассейнов, агроклиматических зон и др.).

Данное исследование было проведено с целью анализа климатических характеристик на территории Беларуси с использованием данных расчета региональной климатической модели и данных инструментальных наблюдений.

Расчетные данные были использованы в виде базы данных coastDatII, которая была подготовлена на основании расчетов региональной модели COSMO в Institute of Coastal Research of HZG. Негидростатическая атмосферная модель COSMO предназначена для прогноза погоды для ограниченной территории и климатических исследований, развивается и поддерживается одноименным Европейским консорциумом по мезомасштабному моделированию. Модель основана на системе термогидродинамических уравнений, описывающих сжимаемый поток воздуха во влажной атмосфере [4].

Данные в coastDatII представлены в виде суточных значений температуры воздуха и осадков за период 1948-2012 гг. с горизонтальным разрешением 0,22 градуса. В основе реконструкции климатических характеристик использованы материалы

реанализа NCEP/NCAR Reanalysis 1 (National Center Environment Prediction & National Center for Atmospheric Research) [3].

Данные инструментальных наблюдений представлены в виде базы данных E-OBS (v.10.0), которые основаны на материалах инструментальных наблюдений национальных метеослужб, участвующих в международном обмене информацией и интерполированных с высоким разрешением для территории Европы за период 1948-2012 гг. (European Climate Assessment & Dataset). А также были использованы данные наблюдений за температурой воздуха и осадками на 40 метеорологических станциях Гидромета за период 1955-2012 гг. [1].

В рамках данного исследования с помощью утилит CDO (Climate Data Operator), NCO (data in format netCDF Operator) и языка программирования R были выполнены обобщения за месяцы, сезоны и год значений температуры воздуха и осадков для территории Беларуси. На основе обобщенных характеристик были подсчитаны средние значения для периода 1955-2012 гг. для всех блоков информации, рассчитаны расхождения между ними и оценена их статистическая значимость, а также вычислены их тренды.

Расчеты показали статистически значимые расхождения в большинстве случаев между величинами, полученными на основании рядов coastDatII, E-OBS и данными метеостанций (табл. 1). Разности средних годовых значений температуры воздуха варьируют от $\pm 0,1^{\circ}$ до 2°C в зависимости от сезона. Наибольшие расхождения отмечены для зимнего сезона – $1,7-2,0^{\circ}\text{C}$. Весной расхождения составили $\pm 0,8-1,0^{\circ}\text{C}$, в летний сезон они колебались в пределах $0,6-1,2^{\circ}\text{C}$. Осенью расхождения были в пределах $1,0-1,3^{\circ}\text{C}$. Среднее годовое значение отличалось на $0,1-0,9^{\circ}\text{C}$. В годовом разрезе, значения температуры воздуха по E-OBS были выше, чем по coastDatII и данным метеостанций, за исключением летнего сезона, когда температура, полученная с помощью модели, превысила наблюдаемые значения.

Таблица 1. – Средние многолетние (1955-2012 гг.) годовые значения расчетных и наблюдаемых климатических характеристик

Хар-ка Период	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$			Осадки, мм		
	CCLM	E-OBS	Гидромет	CCLM	E-OBS	Гидромет
Год	5,7	6,6	5,8	588	591	633

Зима	-6,7	-4,6	-5,5	147	123	115
Весна	5,5	6,52	5,7	154	126	138
Лето	18,0	17,4	16,8	85	145	244
Осень	5,6	6,69	6,3	110	120	159

Расхождения годовых сумм осадков оказались невысокими и составили 1-7%, что лежит в пределах точности расчетов. Но в сезонных суммах были значимо высокими и колебались в пределах 10-20%, и особенно в летний сезон, когда разности между расчетными и наблюдаемыми суммами осадков составляли более 50%. Это объясняется неполным учетом осадков по модели, связанных с конвективными процессами.

Оценка трендов среднегодовых значений температуры воздуха по данным coastDatII показала статистически значимое увеличение температуры воздуха по всей территории Беларуси: на 0,22 °C за каждое десятилетие рассматриваемого периода на западе и до 0,3 °C за десятилетие на востоке и юго-востоке страны (рисунок 1А). Тренды годовых сумм осадков (рисунок 1Б) свидетельствуют об их увеличении в северной и северо-восточной части страны до

12 мм за десятилетие, где изменения являются статистически значимыми; в центральной и южной частях страны отмечено незначительное уменьшение осадков, но его значения лежат в пределах точности расчетов и статистически не значимы.

Выполненные расчеты показали наличие значимых расхождений по расчетным и наблюдаемым рядам сезонных и годовых значений температуры воздуха и осадков, которые варьируют в зависимости от сезона. Величина и направленность отклонений часто не согласованы. Однако многолетние тренды подтверждают идентичные тенденции изменения климатических характеристик. Поэтому модельные данные при невозможности замещения данных инструментальных наблюдений, эффективны для оценки долговременных изменений при проведении климатических исследований.

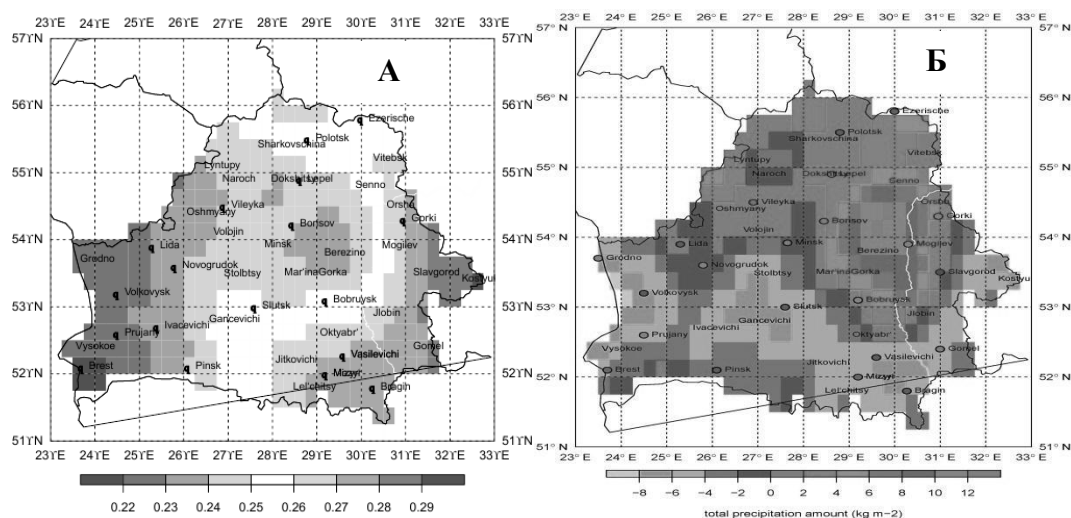


Рисунок 1. – Тренды средней годовой температуры воздуха (А) и годовых сумм осадков (Б) на территории Беларуси (град/десятилетие)

Список использованных источников

1. Справочники по климату Беларуси. Ч.1 Температура воздуха и почвы. Ч.2 Осадки. Под ред. Гольберга М.А. Мн., Республиканский гидрометеоцентр, 1998,1999. С.83. 73.
2. Geyer, B.: High-resolution atmospheric reconstruction for Europe 1948–2012: coastDat2, *Earth Syst. Sci. Data*, 6, 147-164, doi:10.5194/essd-6-147-2014, 2014.
3. Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-470, 1996.
4. Steppeler J, Doms G., Shaetler U., Bitzer H.W., Gassmann A., Damrath U., Gregoric G. Mesogamma scale forecasts using the nonhydrostatic model LM. // *Meteorol. Atmos. Phys.* – 2003. – Vol. 82, No. 1. – P. 75–96.